

# EPOXY RESIN COMPOSITION FOR SEALING SEMICONDUCTOR AND SEMICONDUCTOR APPARATUS USING THE SAME

**Publication number:** JP2001172473 (A)

**Publication date:** 2001-06-26

**Inventor(s):** IGARASHI KAZUMASA +

**Applicant(s):** NITTO DENKO CORP +

**Classification:**

- **international:** C08G18/58; C08G59/24; C08K3/00; C08L63/00; H01L23/29; H01L23/31; C08G18/00; C08G59/00; C08K3/00; C08L63/00; H01L23/28; (IPC1-7): C08G18/58; C08G59/24; C08K3/00; C08L63/00; H01L23/29

- **European:**

**Application number:** JP19990297367 19991019

**Priority number(s):** JP19990297367 19991019; JP19990287327 19991007

## Abstract of JP 2001172473 (A)

PROBLEM TO BE SOLVED: To obtain an epoxy resin composition for sealing semiconductor, having a reduced relative permittivity for dealing with rise in frequency and a short gelation time in a situation of progress of rise in frequency of semiconductor element. SOLUTION: This epoxy resin composition for sealing semiconductor comprises (A) an epoxy resin, (B) a phenol resin, (C) a polyfunctional cyanate ester compound, (D) a cur promoter and (E) an inorganic filler as essential components. The equivalent ratio of hydroxyl group of the component (B) to 1 equivalent of epoxy group of the component (A) is set to 1.02 to 1.20 equivalent and the equivalent ratio of cyanate ester group of the component (C) to 1 equivalent of epoxy group of the component (A) to 0.10 to 1.00 equivalent, respectively.

Data supplied from the **espacenet** database — Worldwide

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2001-172473

(P2001-172473A)

(43) 公開日 平成13年6月26日 (2001.6.26)

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テーマコード* (参考)
C 0 8 L 63/00		C 0 8 L 63/00	B 4 J 0 0 2
C 0 8 G 18/58		C 0 8 G 18/58	C 4 J 0 3 6
59/24		59/24	4 M 1 0 9
C 0 8 K 3/00		C 0 8 K 3/00	
審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 12 頁) 最終頁に続く			

(21) 出願番号 特願平11-297367  
(22) 出願日 平成11年10月19日 (1999. 10. 19)  
(31) 優先権主張番号 特願平11-287327  
(32) 優先日 平成11年10月7日 (1999. 10. 7)  
(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(71) 出願人 000003964  
日東電工株式会社  
大阪府茨木市下穂積1丁目1番2号  
(72) 発明者 五十嵐 一雅  
大阪府茨木市下穂積1丁目1番2号 日東  
電工株式会社内  
(74) 代理人 100079382  
弁理士 西藤 征彦

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 半導体封止用エポキシ樹脂組成物およびそれを用いた半導体装置

(57) 【要約】

【課題】 半導体素子の高周波化が進む状況のなかで、高周波化に対応した比誘電率が低減され、かつゲル化時間が短い半導体封止用エポキシ樹脂組成物を提供する。

【解決手段】 下記の (A) ~ (E) 成分を必須成分として含有する半導体封止用エポキシ樹脂組成物である。そして、上記 (A) 成分のエポキシ基 1 当量に対して上記 (B) 成分の水酸基を 1. 0 2 ~ 1. 2 0 当量に、かつ上記 (A) 成分のエポキシ基 1 当量に対して上記 (C) 成分のシアネートエステル基を 0. 1 0 ~ 1. 0 0 当量の割合の当量比にそれぞれ設定されている。

- (A) エポキシ樹脂。
- (B) フェノール樹脂。
- (C) 多価シアネートエステル化合物。
- (D) 硬化促進剤。
- (E) 無機質充填剤。

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 下記の(A)～(E)成分を必須成分として含有する半導体封止用エポキシ樹脂組成物であって、上記(A)成分のエポキシ基1当量に対して上記(B)成分の水酸基を1.02～1.20当量に、かつ上記(A)成分のエポキシ基1当量に対して上記(C)成分のシアネートエステル基を0.10～1.00当量の割合の当量比にそれぞれ設定されていることを特徴とする半導体封止用エポキシ樹脂組成物。

(A) エポキシ樹脂。

(B) フェノール樹脂。

(C) 多価シアネートエステル化合物。

(D) 硬化促進剤。

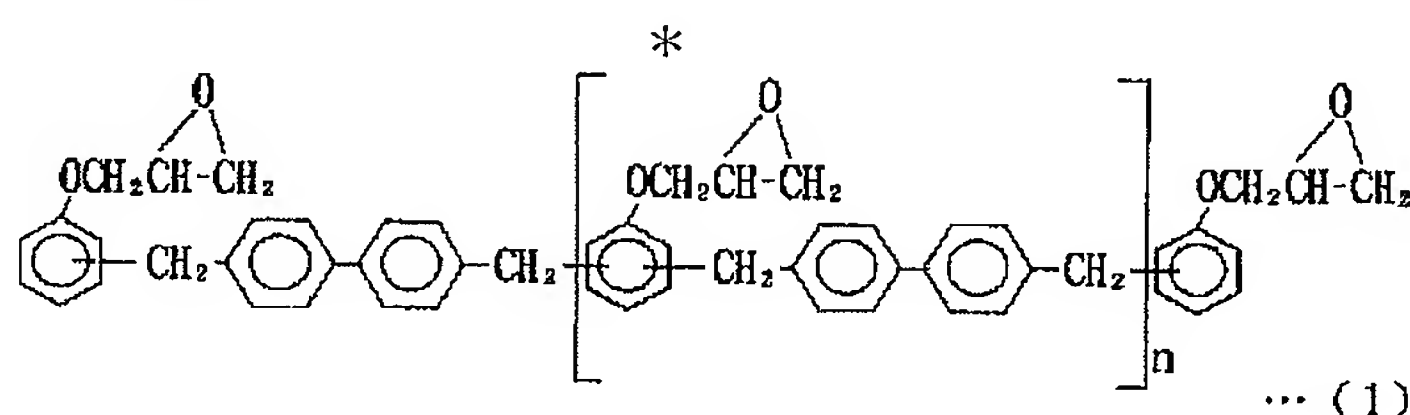
\* (E) 無機質充填剤。

【請求項2】 上記(A)成分であるエポキシ樹脂のエポキシ当量Xと上記(B)成分であるフェノール樹脂の水酸基当量Yの合計値(X+Y)が350以上となるよう設定されている請求項1記載の半導体封止用エポキシ樹脂組成物。

【請求項3】 上記(A)成分であるエポキシ樹脂が、下記の式(1)で表されるエポキシ樹脂であり、上記

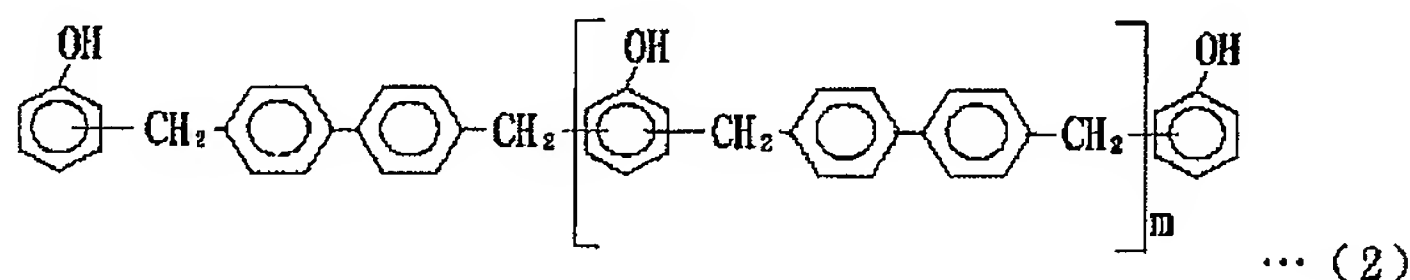
(B)成分であるフェノール樹脂が、下記の式(2)で表されるフェノール樹脂である請求項1または2記載の半導体封止用エポキシ樹脂組成物。

## 【化1】



〔上記式(1)において、nは0または正数である。〕

## 【化2】



〔上記式(2)において、mは0または正数である。〕

【請求項4】 請求項1～3のいずれか一項に記載の半導体封止用エポキシ樹脂組成物を用いて半導体素子を封止してなる半導体装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、比誘電率が著しく低減された低誘電率の半導体封止用エポキシ樹脂組成物およびそれを用いて半導体素子が樹脂封止された半導体装置に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】 従来から、トランジスタ、IC、LSI等の半導体素子を、エポキシ樹脂組成物等の封止材料を用いてトランスファー成形により樹脂モールドしてなる樹脂封止型の半導体装置は、信頼性、量産性および低価格等の点で優れていることからセラミック封止型半導体装置とともに広く用いられている。

## 【0003】

【発明が解決しようとする課題】 ところが、近年、マイクロプロセッサ等の半導体素子の高機能化、高性能化が図られており、これに基づき動作周波数が一段と上昇する傾向にある。また、情報通信関連分野のなかでも、携帯電話、PHS等の小型電子装置においてはその周波数帯域に関してギガヘルツに近い周波数帯域が使用される

ようになってきており、さらに2桁のギガヘルツ帯域を使用する通信も開発が進められているのが現状である。

【0004】 このように、半導体の高周波数化が進むなかで、高信頼性が要求される半導体装置に関しては、現在、高周波特性に優れたセラミック封止型の半導体装置が多く採用されている。しかしながら、一方では、上記のように量産性や各種信頼性に優れた低価格の樹脂封止型の半導体装置の採用が考えられているのが実状である。このことから、樹脂封止型半導体装置に用いられるモールド用の低誘電率のエポキシ樹脂組成物の開発が要求されている。

【0005】 半導体素子の封止に用いられる低誘電率のエポキシ樹脂組成物としては、例えば、特開平9-52941号公報に、特定のエポキシ樹脂とシアネートエステル化合物からなる硬化体が開示されている。しかしながら、このエポキシ樹脂組成物は、ゲル化時間が長く、長時間のトランスファー成形を必要としたり、または所望のゲル化時間に調整するために精確な硬化促進剤の配合および分散が必要とされる等、使用に際して非常に煩雑なものであった。また、特開昭63-90531号公報には、エポキシ樹脂と、多価シアネートエステル化合物およびフェノールノボラック樹脂を特定の割合で配合してなる、耐熱性、耐水性および電気特性のバランスの

とれたエポキシ樹脂組成物が開示されている。しかしながら、このエポキシ樹脂組成物は、誘電特性に関しては何ら言及されておらず、低誘電率を示すエポキシ樹脂組成物に対して好適な組成系および配合は明確に示されているとは言い難いものであった。

【0006】本発明は、このような事情に鑑みなされたもので、半導体素子の高周波化が進む状況のなかで、高周波化に対応した比誘電率が低減され、かつゲル化時間が短い半導体封止用エポキシ樹脂組成物およびそれを用いて樹脂封止された半導体装置の提供をその目的とする。

【0007】

【課題を解決するための手段】上記の目的を達成するため、本発明は、下記の(A)～(E)成分を必須成分として含有する半導体封止用エポキシ樹脂組成物であって、上記(A)成分のエポキシ基1当量に対して上記

(B)成分の水酸基を1.02～1.20当量に、かつ上記(A)成分のエポキシ基1当量に対して上記(C)成分のシアネートエステル基を0.10～1.00当量の割合の当量比にそれぞれ設定されている半導体封止用エポキシ樹脂組成物を第1の要旨とする。

(A) エポキシ樹脂。

(B) フェノール樹脂。

(C) 多価シアネートエステル化合物。

(D) 硬化促進剤。

(E) 無機質充填剤。

【0008】また、本発明は、上記半導体封止用エポキシ樹脂組成物を用いて半導体素子を封止してなる半導体装置を第2の要旨とする。

【0009】本発明者は、まず、高周波特性に優れた低誘電率で、かつゲル化時間の短い封止材料となるエポキシ樹脂組成物を得るために、必須成分であるエポキシ樹脂、フェノール樹脂および多価シアネートエステル化合物の各配合量に着目し、それぞれの成分のエポキシ基、水酸基およびシアネートエステル基の当量比を中心に研究を重ねた。その結果、エポキシ樹脂のエポキシ基1当量に対して、フェノール樹脂の水酸基を1.02～1.2当量に、多価シアネートエステル化合物のシアネートエステル基を0.10～1.00当量の割合の当量比となるよう用いると、上記目的が達成されることを見出し本発明に到達した。

【0010】さらに、上記エポキシ樹脂のエポキシ当量とフェノール樹脂の水酸基当量の合計が特定の値以上となるようエポキシ樹脂とフェノール樹脂とを組み合わせると、より一層の低誘電率のエポキシ樹脂組成物が得られる。

【0011】すなわち、従来より半導体素子の安価な樹脂封止にはエポキシ樹脂組成物を用いて封止することは周知であるが、従来より用いられていたエポキシ樹脂およびフェノール樹脂を単に用いるのみでは、硬化体中で

の硬化反応後に生成する2級のアアルコール性水酸基の極性が高いために誘電率が比較的高いことを突き止めた。そして、本発明者は、この硬化反応後生成する2級のアアルコール性水酸基の濃度を減少させることにより、結果として極性を低下させ、硬化体の比誘電率を低減させることができることを見出したのである。

【0012】なかでも、上記(A)成分であるエポキシ樹脂として、前記式(1)で表される特定のエポキシ樹脂を、また上記(B)成分であるフェノール樹脂として、前記式(2)で表される特定のフェノール樹脂を組み合わせて用いると、これらのエポキシ当量と水酸基当量との合計値が特に高く、得られるエポキシ樹脂組成物硬化体の比誘電率がより一層低減され特に好ましい。

【0013】

【発明の実施の形態】つぎに、本発明の実施の形態を詳しく説明する。

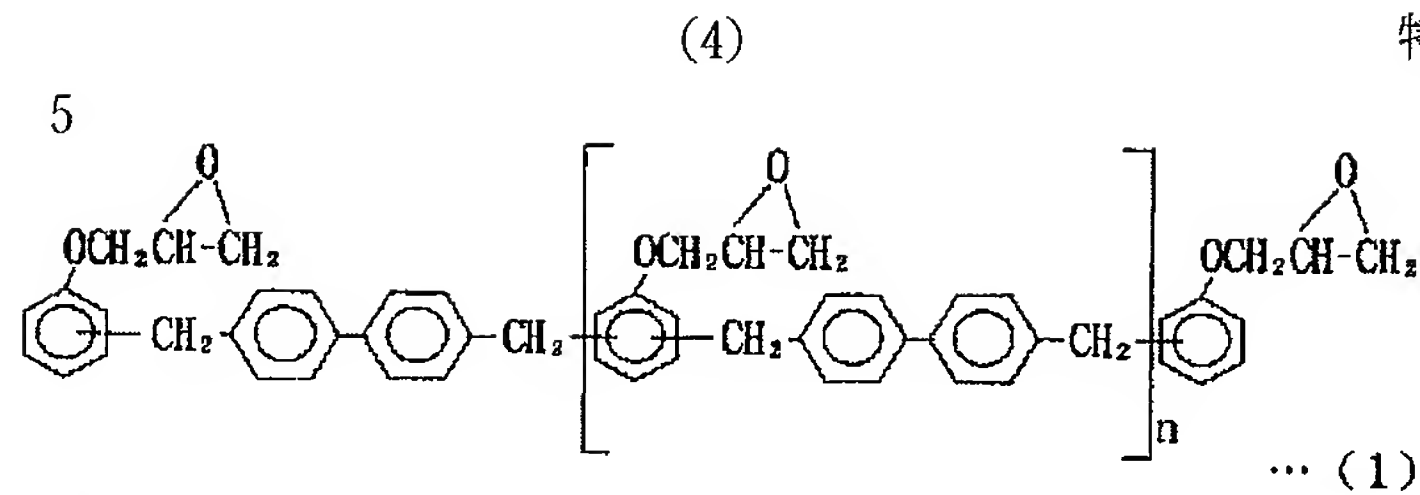
【0014】本発明の半導体封止用エポキシ樹脂組成物は、エポキシ樹脂(A成分)と、フェノール樹脂(B成分)と、多価シアネートエステル化合物(C成分)と、硬化促進剤(D成分)と、無機質充填剤(E成分)とを用いて得られるものであって、通常、粉末状もしくはそれを打錠したタブレット状になっている。または、上記エポキシ樹脂組成物を溶融混練した後、略円柱状の顆粒体に成形した顆粒状になっている。

【0015】上記エポキシ樹脂(A成分)としては、常温(25℃)で固体であれば特に限定するものではなく従来公知の各種エポキシ樹脂が用いられる。例えば、クレゾールノボラック型エポキシ樹脂、アリルフェノールノボラック型エポキシ樹脂、フェノールノボラック型エポキシ樹脂、ビフェニル型エポキシ樹脂、ナフタレン系エポキシ樹脂、ビスフェノールA型ノボラックエポキシ樹脂、フェノールアラールキル型エポキシ樹脂、フルオレン系エポキシ樹脂、ジシクロペンタジエン系エポキシ樹脂、フェノール類とビフェニル系縮合剤との反応生成物にエピクロルヒドリンを反応させて得られるビフェニル系エポキシ樹脂等の各種エポキシ樹脂およびその誘導体があげられる。これらエポキシ樹脂は単独でもしくは2種以上併せて用いられる。より好適には、エポキシ樹脂のエポキシ当量と、後述のフェノール樹脂の水酸基当量との合計値が特定の値以上となるようなエポキシ樹脂を用いることが好ましく、その結果、硬化体の反応後生成する2級のアアルコール性水酸基の濃度を減少させることができる。このようなエポキシ樹脂としては、具体的には、下記の式(1)で表されるエポキシ樹脂、下記の式(3)で表されるエポキシ樹脂、下記の式(4)で表されるエポキシ樹脂、下記の式(5)で表されるエポキシ樹脂があげられる。

【0016】

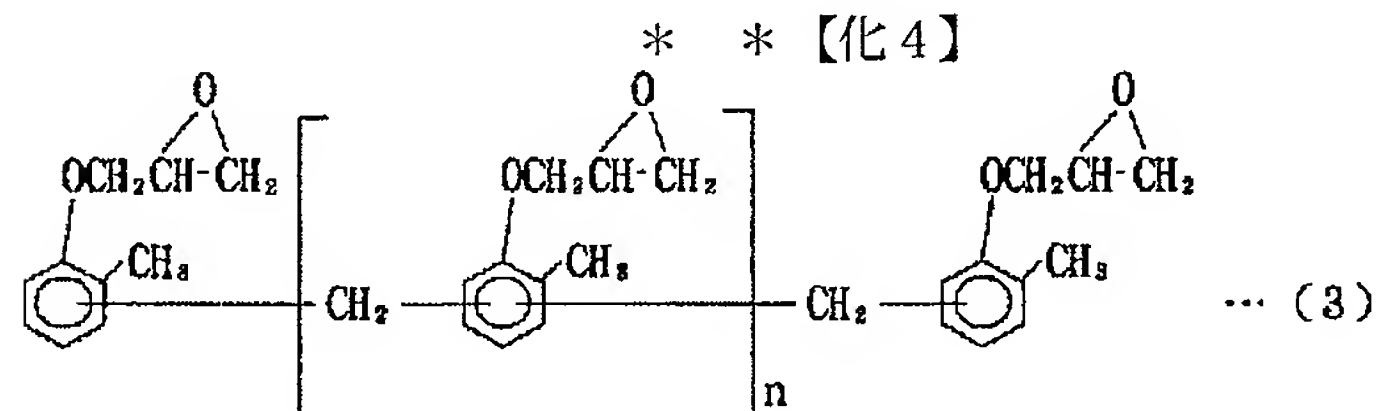
【化3】





〔上記式(1)において、nは0または正数である。〕

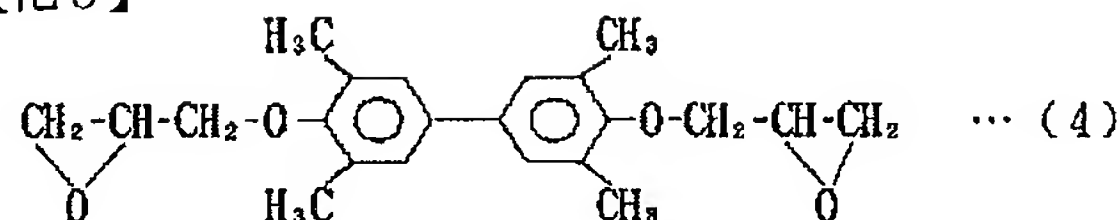
【0017】



〔上記式(3)において、nは0または正数である。〕

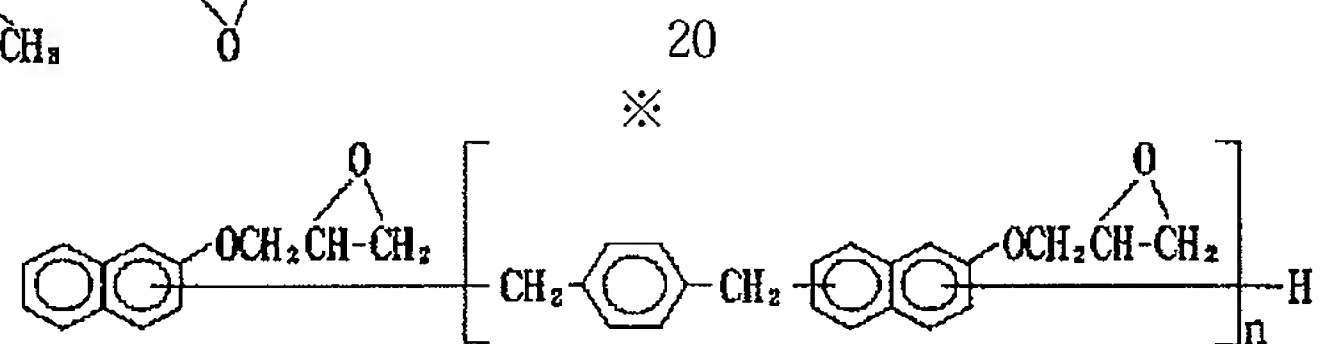
【0018】

【化5】



※ 【0019】

【化6】



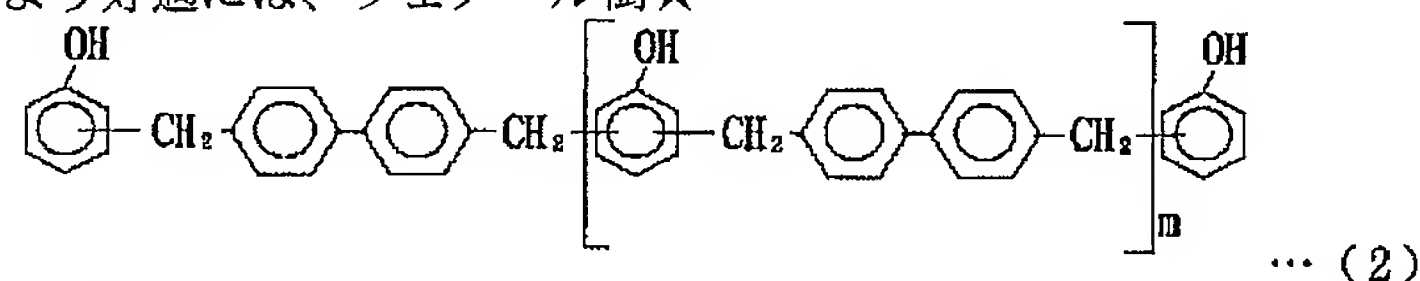
〔上記式(5)において、nは正数である。〕

【0020】上記フェノール樹脂(B成分)は、上記エポキシ樹脂(A成分)の硬化剤として作用するものであり、常温(25℃)で固体であれば特に限定するものではなく従来公知の各種フェノール樹脂が用いられる。例えば、フェノールノボラック、クレゾールノボラック、ビスフェノールA型ノボラック、ナフトールノボラック、フェノールアラキル樹脂、フルオレン系ノボラック、ジシクロペンタジエン系ノボラック、フェノール類とビフェニル系縮合剤との反応生成物からなるノボラック等の各種フェノール樹脂およびその誘導体あげられる。これらフェノール樹脂としては、単独でもしくは2種以上併せて用いられる。より好適には、フェノール樹★

★脂の水酸基当量と、前述のエポキシ樹脂のエポキシ当量との合計値が特定の値以上となるようなフェノール樹脂を用いることが好ましく、その結果、硬化体の反応後生成する2級のアアルコール性水酸基の濃度を減少させることができる。このようなフェノール樹脂としては、具体的には、下記の式(2)で表されるフェノール樹脂、下記の式(6)で表されるフェノール樹脂、下記の式(7)で表されるフェノール樹脂、下記の式(8)で表されるフェノール樹脂があげられる。

【0021】

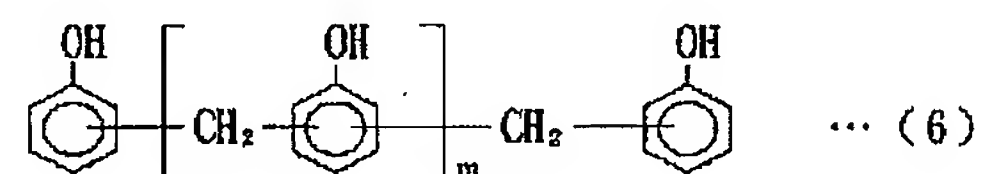
【化7】



〔上記式(2)において、mは0または正数である。〕

【0022】

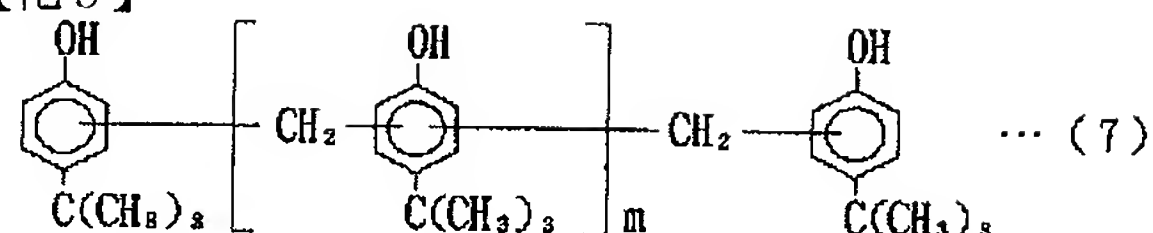
【化8】



〔上記式(6)において、mは0または正数である。〕

【0023】

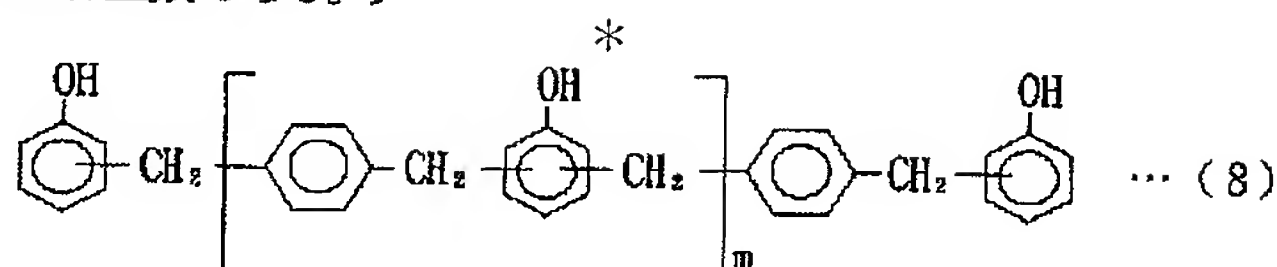
【化9】



〔上記式(7)において、mは0または正数である。〕

\* 【0024】

【化10】



〔上記式(8)において、mは0または正数である。〕

【0025】上記エポキシ樹脂（A成分）およびフェノール樹脂（B成分）とともに用いられる多価シアネートエステル化合物（C成分）としては、従来公知の多価シアネートエステル化合物を使用することができ、具体的には、ビス（3，5-ジメチル-4-シアネートフェニル）メタン、ビス（4-シアネートフェニル）メタン、ビス（3-エチル-4-シアネートフェニル）メタン、ビス（4-シアネートフェニル）-1，1-エタン、ビス（4-シアネートフェニル）-2，2-プロパン、ジ（4-シアネートフェニル）エーテル、ジ（4-シアネートフェニル）チオエーテル、4，4'-{1，3-フェニレンビス（1-メチルエチリデン）}ビフェニルシアネート、2，2-ビス（4-シアネートフェニル）-1，1，1，3，3，3-ヘキサフルオロプロパン等の2価シアネートエステル化合物、トリス（4-シアネートフェニル）-1，1，1-エタン、ビス（3，5-ジメチル-4-シアネートフェニル）-4-シアネートフェニル-1，1，1-エタン等の3価シアネートエステル化合物、フェノールノボラック型シアネートエステル、クレゾールノボラック型シアネートエステル等の多価フェノールのポリシアン酸エステル、およびこれらの部分3量化化合物である多価シアネートエステルオリゴマー樹脂等の液状から固形状までの各種多価シアネートエステル化合物があげられる。これら多価シアネートエステル化合物は単独でもしくは2種以上併せて用いられる。

【0026】そして、上記エポキシ樹脂（A成分）、フェノール樹脂（B成分）および多価シアネートエステル化合物（C成分）の配合割合は、エポキシ樹脂（A成分）のエポキシ基1当量に対してフェノール樹脂（B成分）の水酸基を1.02～1.20当量に、またエポキシ樹脂（A成分）のエポキシ基1当量に対して多価シアネートエステル化合物（C成分）のシアネートエステル基を0.10～1.00当量の割合の当量比にそれぞれ設定する必要がある。特に好ましくは、エポキシ樹脂

（A成分）のエポキシ基1当量に対してフェノール樹脂（B成分）の水酸基を1.02～1.10当量に、またエポキシ樹脂（A成分）のエポキシ基1当量に対して多

価シアネートエステル化合物（C成分）のシアネートエステル基を0.20～0.80当量の割合の当量比にそれぞれ設定することである。すなわち、上記フェノール樹脂（B成分）の水酸基および多価シアネートエステル化合物（C成分）のシアネートエステル基が上記範囲を外れる、例えば、シアネートエステル基が0.10当量未満では、本発明の目的とする比誘電率の低減効果が得られず、シアネートエステル基が1.00当量を超えると、低圧トランスファー成形に適するゲル化時間が長くなるからである。

【0027】先に述べたように、通常、エポキシ樹脂組成物中にシアネートエステル基を含有させることにより、エポキシ樹脂組成物硬化体に含まれる水酸基濃度を低減させることができ、その結果、低誘電率化を図ることができるが、一方で、成形材料としての硬化反応性の制御は困難となる。一般に反応促進剤（反応触媒）の存在下、エポキシ基、シアネートエステル基およびフェノール性水酸基はそれぞれ相互に反応することが知られている。特にシアネートエステル基は活性水素を有する化合物とは反応し易く、フェノール性水酸基を有するフェノール樹脂とは容易にイミドカーボネート結合を形成する。上記のような反応は、エポキシ基とシアネートエステル基間の反応やエポキシ基とフェノール性水酸基との反応またはシアネートエステル基同士の3量化反応よりも先行して反応し易いため、配合するそれぞれの原材料の不適切な使用割合によっては三次元硬化反応が制御しにくく（硬化時間の遅延や硬化時間の促進等）、エポキシ樹脂組成物の硬化反応性の制御は困難である。本発明者はこのような事情から本発明の半導体封止用エポキシ樹脂組成物を開発したものであり、エポキシ樹脂とフェノール樹脂と多価シアネートエステル化合物とを上記のような適正な割合に設定することにより、低誘電率化とともにゲル化時間を短くすることが可能となることを見出した。

【0028】つぎに、上記A～C成分とともに用いられる硬化促進剤（D成分）は、特に限定するものではなく従来公知のもの、具体的には、1，8-ジアザビシクロ（5，4，0）ウンデセン-7、トリエチレンジアミン

等の三級アミン類、2-メチルイミダゾール等のイミダゾール類、トリフェニルホスフィン、テトラフェニルホスホニウムテトラフェニルボレート等のリン系硬化促進剤等があげられる。一方、オクチル酸コバルト、オクチル酸亜鉛、ナフテン酸マンガン、ナフテン酸銅、ナフテン酸亜鉛、ナフテン酸錫、ナフテン酸ニッケル、ナフテン酸鉄等の有機金属塩、銅アセチルアセトナート、コバルトアセチルアセトナート等のアセチルアセトナート等の金属キレート化合物等も用いることができる。これら硬化促進剤は単独でもしくは2種以上併せて用いられる。

【0029】上記硬化促進剤(D成分)の含有量は、上記フェノール樹脂(B成分)100重量部に対して0.5~10重量部の範囲に設定することが好ましい。

【0030】上記A~D成分とともに用いられる無機質充填剤(E成分)としては、従来から用いられている各種無機質充填剤が用いられる。例えば、溶融シリカ等のシリカ粉末、アルミナ、窒化珪素、窒化アルミニウム、窒化硼素、マグネシア、珪酸カルシウム、水酸化マグネシウム、チタン白等があげられる。なかでも球状シリカ粉末、摩砕処理シリカ粉末、破砕状シリカ粉末等が好ましく用いられる。特に、球状溶融シリカ粉末を用いることが好ましい。そして、上記無機質充填剤としては、最大粒径が100 $\mu$ m以下のものを用いることが好ましい。また、上記最大粒径とともに、平均粒径が1~20 $\mu$ mの範囲のものを用いることが好ましい。なお、上記最大粒径および平均粒径は、例えば、レーザー回折散乱式粒度分布測定装置を用いて測定することができる。

【0031】上記無機質充填剤(E成分)の含有割合は、エポキシ樹脂組成物全体中の50~90重量%の範囲に設定することが好ましい。より好ましくは60~80重量%である。すなわち、無機質充填剤の含有割合が90重量%を超えると、封止用エポキシ樹脂組成物の硬化体のシリカ粉末等の無機質充填剤の比誘電率の寄与の\*

$$m(M_aO_b) \cdot n(Q_cO_d) \cdot cH_2O \cdots (9)$$

〔上記式(9)において、MとQは互いに異なる金属元素である。また、m, n, a, b, c, d, eは正数であって、互いに同一の値であってもよいし、異なる値であってもよい。〕

【0038】上記一般式(9)で表される複合化金属水酸化物に関して、式(9)中の金属元素を示すMとしては、Al, Mg, Ca, Ni, Co, Sn, Zn, Cu, Fe, Ti, B等があげられる。

【0039】また、上記一般式(9)で表される複合化金属水酸化物中のもう一つの金属元素を示すQとしては、例えば、Fe, Co, Ni, Pd, Cu, Zn等があげられ、単独でもしくは2種以上併せて選択される。

【0040】このような結晶形状が多面体形状を有する複合化金属水酸化物は、例えば、複合化金属水酸化物の製造工程における各種条件等を制御することにより、

\* 割合が高くなることから、本発明の目的となる低誘電率化にそぐわなくなる傾向がみられるからである。

【0032】なお、本発明の半導体封止用エポキシ樹脂組成物には、上記エポキシ樹脂(A成分)、フェノール樹脂(B成分)、多価シアネートエステル化合物(C成分)、硬化促進剤(D成分)および無機質充填剤(E成分)以外に必要なに応じて、低応力化剤、顔料、離型剤、難燃剤、カップリング剤等各種の添加剤を適宜に配合することができる。

10 【0033】上記低応力化剤としては、側鎖エチレングリコールタイプジメチルシロキサン等のシリコン化合物、アクリロニトリル-ブタジエンゴム等があげられる。

【0034】上記顔料としては、カーボンブラック、酸化チタン等があげられる。また、上記離型剤としては、ポリエチレンワックス、カルナバワックス、脂肪酸塩等があげられる。

20 【0035】そして、上記難燃剤としては、ブロム化エポキシ樹脂等のハロゲン系難燃剤があげられ、これに三酸化アンチモン等の難燃助剤が用いられる。

【0036】さらに、上記ハロゲン系難燃剤以外に、下記的一般式(9)で表される多面体形状の複合化金属水酸化物を用いることができる。この複合化金属水酸化物は、結晶形状が多面体形状を有するものであり、従来の六角板形状を有するもの、あるいは、鱗片状等のように、いわゆる厚みの薄い平板形状の結晶形状を有するものではなく、縦、横とともに厚み方向(c軸方向)への結晶成長が大きい、例えば、板状結晶のものが厚み方向(c軸方向)に結晶成長してより立体的かつ球状に近似した粒状の結晶形状、例えば、略12面体、略8面体、略4面体等の形状を有する複合化金属水酸化物をいう。

【0037】

【化11】

40 縦、横とともに厚み方向(c軸方向)への結晶成長が大きい、所望の多面体形状、例えば、略12面体、略8面体、略4面体等の形状を有する複合化金属水酸化物を得ることができ、通常、これらの混合物からなる。

【0041】上記多面体形状を有する複合化金属水酸化物の具体的な代表例としては、酸化マグネシウム・酸化ニッケルの水和物、酸化マグネシウム・酸化亜鉛の水和物、酸化マグネシウム・酸化銅の水和物等があげられる。

50 【0042】そして、上記多面体形状を有する複合化金属水酸化物としては、下記に示す粒度分布( $\alpha$ )~



(γ)を有することが好ましい。なお、下記に示す粒度分布の測定には、レーザー式粒度測定機を使用する。

(α) 粒径1.3 μm未満のものが10～35重量%。

(β) 粒径1.3～2.0 μm未満のものが50～65重量%。

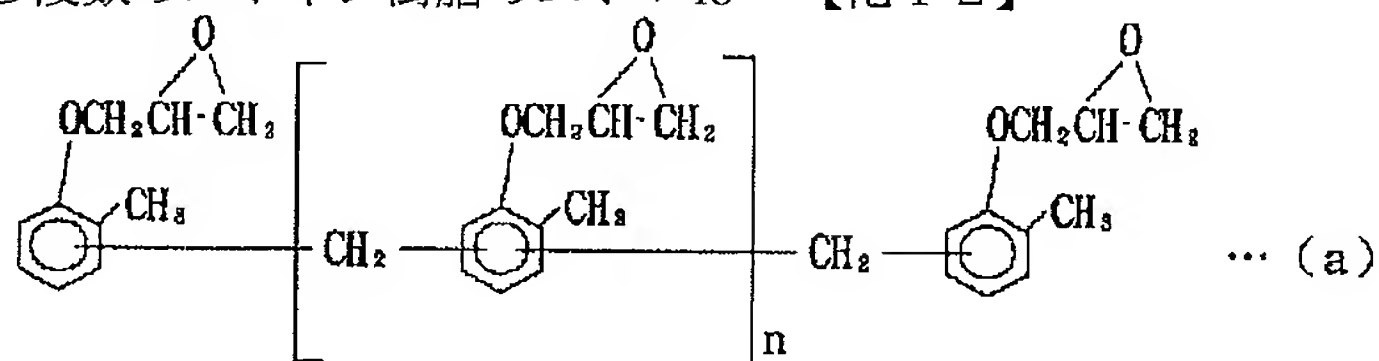
(γ) 粒径2.0 μm以上のものが10～30重量%。

【0043】また、上記多面体形状を有する複合化金属水酸化物のアスペクト比は、通常1～8、好ましくは1～7、特に好ましくは1～4である。ここでいうアスペクト比とは、複合化金属水酸化物の長径と短径との比で表したものである。すなわち、アスペクト比が8を超えると、この複合化金属水酸化物を含有するエポキシ樹脂組成物が溶融したときの粘度低下に対する効果が乏しくなる。そして、本発明の半導体封止用エポキシ樹脂組成物の構成成分として用いられる場合には、一般的に、アスペクト比が1～4のものが用いられる。

【0044】また、上記カップリング剤としては、γ-グリシドキシプロピルトリメトキシシラン、β-(3,4-エポキシシクロヘキシル)エチルトリメトキシシラン等のシランカップリング剤があげられる。

【0045】本発明の半導体封止用エポキシ樹脂組成物においては、前記エポキシ樹脂(A成分)のエポキシ当量Xと前記フェノール樹脂(B成分)の水酸基当量Yの合計値(X+Y)が350以上となるよう、エポキシ樹脂およびフェノール樹脂を組み合わせる用いることが好ましい。特に上記エポキシ当量Xと水酸基当量Yの合計値(X+Y)が400以上となる組み合わせが好ましい。なお、通常、エポキシ当量Xと水酸基当量Yの合計値(X+Y)の上限は2000程度である。すなわち、上記合計値(X+Y)が350以上となるよう組み合わせる用いることにより、より一層のエポキシ樹脂組成物硬化体の比誘電率の低減効果が得られるようになるからである。そして、上記エポキシ樹脂(A成分)とフェノール樹脂(B成分)との組み合わせにおいては、そのエポキシ当量と水酸基当量の合計値が特に高くなり比誘電率の十分な低減効果が得られるという点から、前記式

(1)で表されるエポキシ樹脂と前記式(2)で表されるフェノール樹脂とを組み合わせる用いることが好ましい。そして、上記A成分であるエポキシ樹脂として2種以上併用する場合は、これら複数のエポキシ樹脂のエポキシ当量



【0052】〔エポキシ樹脂b〕下記の式(b)で表されるエポキシ樹脂(エポキシ当量192 g/e q、融点107℃)

【化13】

\*キシ当量の重量平均値が上記エポキシ当量Xとなり、上記B成分であるフェノール樹脂として2種以上併用する場合は、これら複数のフェノール樹脂の水酸基当量の重量平均値が上記水酸基当量Yとなる。そして、上記エポキシ当量および水酸基当量はそれぞれg/e qで表される。なお、本発明において、上記エポキシ当量Xと水酸基当量Yの合計値(X+Y)には、先に述べた、ブロム化エポキシ樹脂等の難燃剤として用いるエポキシ樹脂のエポキシ当量の値は含まれない。

【0046】本発明の半導体封止用のエポキシ樹脂組成物は、例えば、つぎのようにして製造することができる。すなわち、前記エポキシ樹脂(A成分)、フェノール樹脂(B成分)、多価シアネートエステル化合物(C成分)、硬化促進剤(D成分)および無機質充填剤(E成分)ならびに必要なに応じて他の添加剤を所定量配合し、熱ロールやエクストルーダー、ニーダー等を用い十分に溶融分散により混合した後、冷却して粉碎し、場合によりタブレット状に圧縮成形するという一連の工程により目的とするエポキシ樹脂組成物を製造することができる。

【0047】このようにして得られたエポキシ樹脂組成物を用いての半導体素子の封止は、特に限定するものではなく、通常の低圧トランスファー成形等の公知のモールド方法により行うことができる。

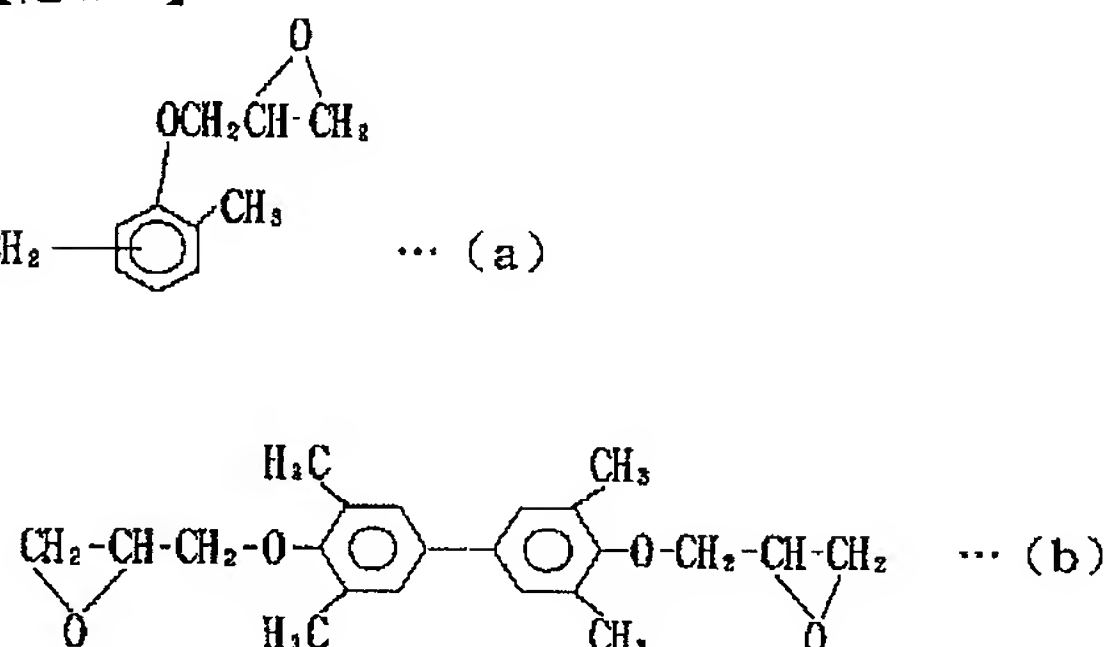
【0048】このようにして得られる半導体装置は、封止用樹脂組成物として用いられるエポキシ樹脂組成物において、エポキシ樹脂のエポキシ基1当量に対して、フェノール樹脂の水酸基当量および多価シアネートエステル化合物のシアネートエステル基がそれぞれ特定の割合となるよう配合するため、ゲル化時間の短いエポキシ樹脂組成物が得られ、しかもこのエポキシ樹脂組成物が著しく比誘電率が低減された低誘電率であり、高周波特性を備えた半導体装置となる。

【0049】つぎに、実施例について比較例と併せて説明する。

【0050】まず、下記に示す各成分を準備した。

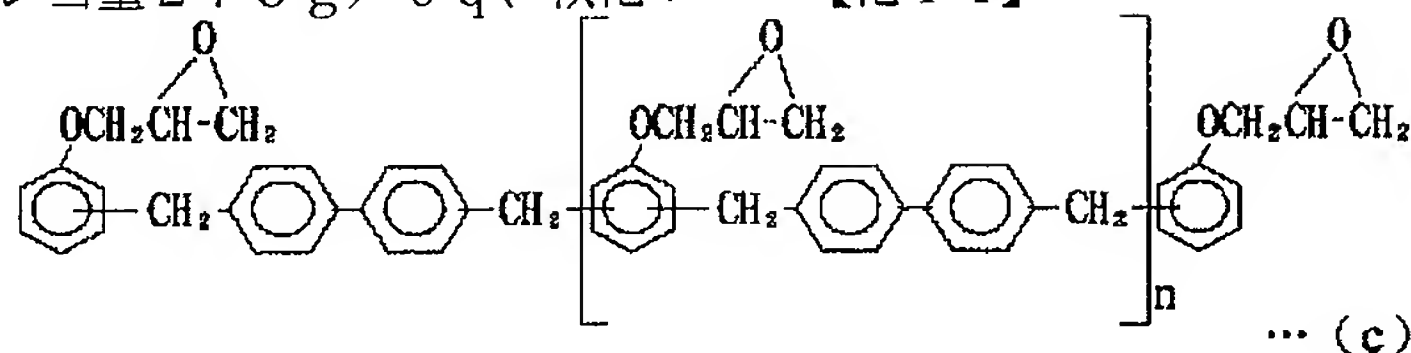
【0051】〔エポキシ樹脂a〕下記の式(a)で表されるエポキシ樹脂(エポキシ当量195 g/e q、軟化点74℃)

【化12】

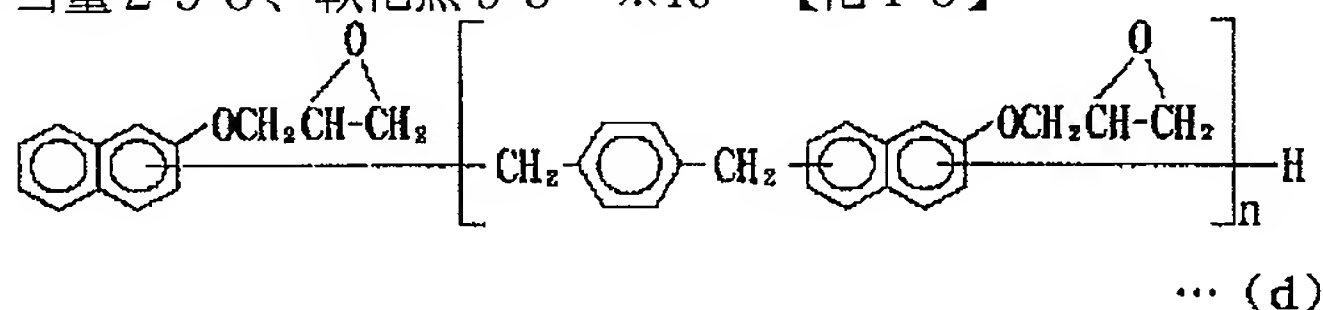




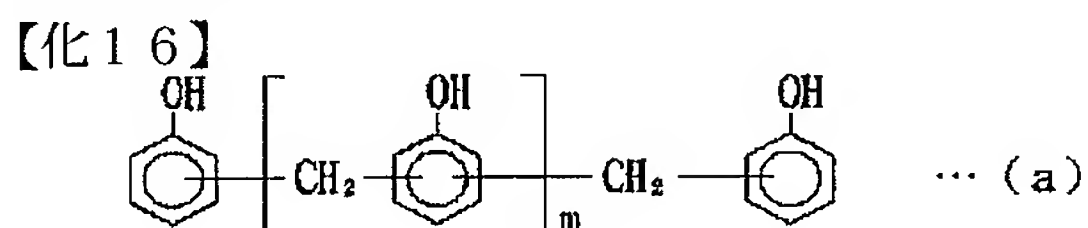
【0053】〔エポキシ樹脂c〕下記の式（c）で表されるエポキシ樹脂（エポキシ当量273 g/e q、軟化\*  
\*点61℃）【化14】



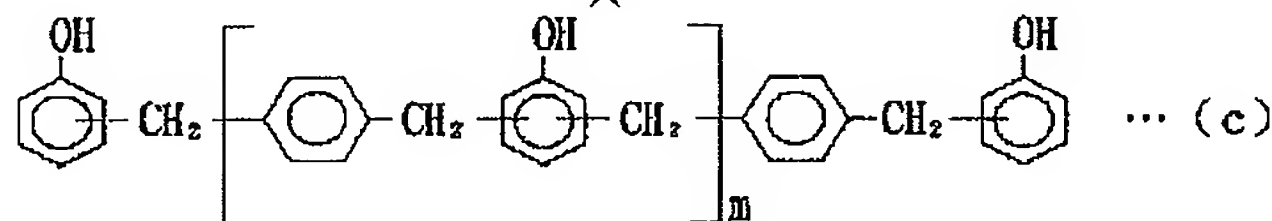
【0054】〔エポキシ樹脂d〕下記の式（d）で表されるエポキシ樹脂（エポキシ当量290、軟化点95℃）



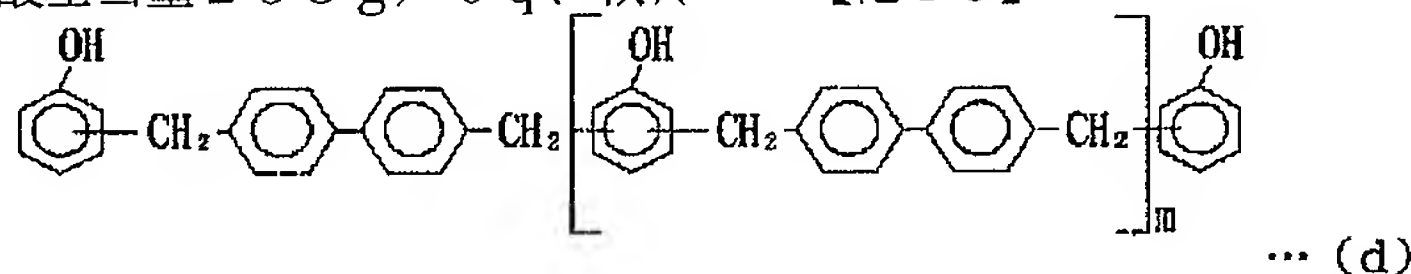
【0055】〔フェノール樹脂a〕下記の式（a）で表されるフェノール樹脂（水酸基当量106 g／eq、軟化点82℃）



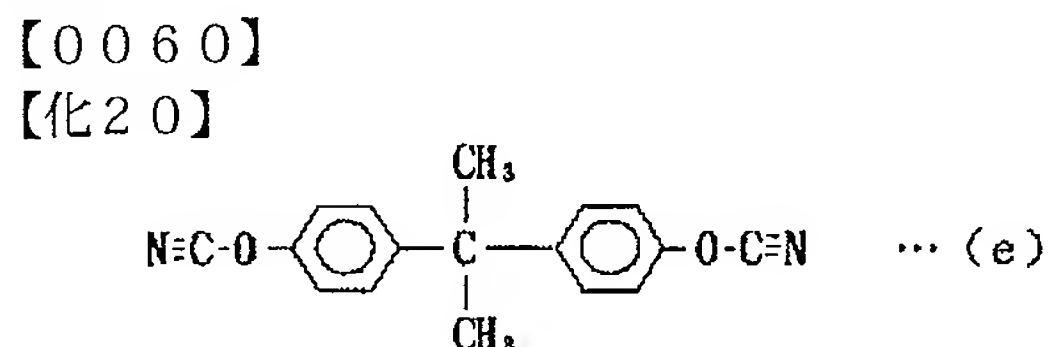
【0056】〔フェノール樹脂b〕下記の式（b）で表されるフェノール樹脂（水酸基当量162g／eq、軟化点60℃）



【0058】〔フェノール樹脂d〕下記の式（d）で表 30☆化点69℃）  
されるフェノール樹脂（水酸基当量208g／eq、軟☆ 【化19】

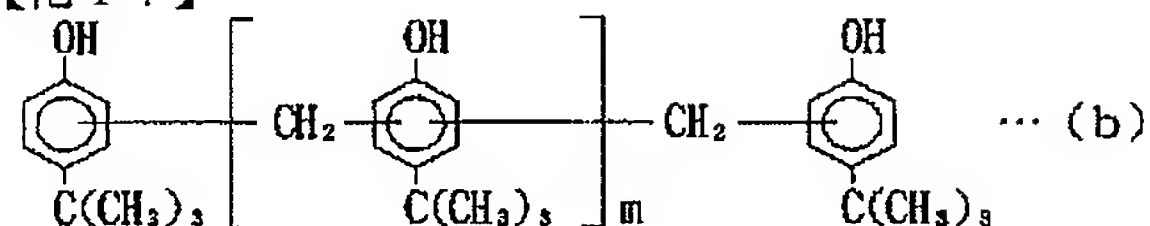


【0059】〔多価シアネートエステル化合物〕下記の式（e）で表される化合物の部分3量化合物〔シアネートエステル当量199、3量化率30%、粘度450 mPa・s（82℃）〕



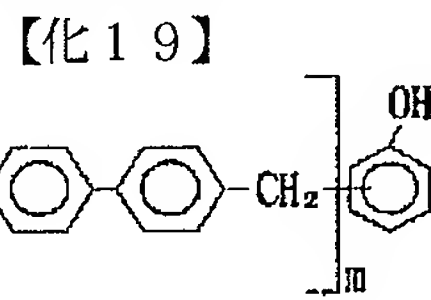
【0061】〔硬化促進剤〕トリフェニルホスフィン  
【0062】〔シリカ粉末〕球状溶融シリカ粉末（最大  
粒径96 μm、平均粒径15 μm）  
【0063】〔難燃剤〕臭素化フェノールノボラック型

★【化17】



【0057】〔フェノール樹脂c〕下記の式（c）で表されるフェノール樹脂（水酸基当量170 g／eq、軟化点70℃）

【化 18】

- 化点  $69^{\circ}\text{C}$ )

エポキシ樹脂（エポキシ当量280）

【0064】〔難燃助剤〕三酸化アンチモン

【0065】〔離型剤〕カルナバワックス

【0066】〔顔料〕カーボンブラック

【0067】〔シランカップリング剤〕 $\beta$ -(3, 4-エポキシシクロヘキシル)エチルトリメトキシシラン

【0068】

【実施例 1～6、比較例 1～6】下記の表 1～表 2 に示す各原料を同表に示す割合で同時に配合し、95℃に熱した熱ロールで短時間溶融混練（熱ロール混練時間は下記の表 1～表 2 に示す）して、冷却した後粉碎して 10 メッシュパスの粉末状エポキシ樹脂組成物を得た。

【0069】

【表 1】

(重量部)

		実 施 例					
		1	2	3	4	5	6
エポキシ樹脂	a	—	—	—	9.3	—	—
	b	—	—	8.0	—	—	—
	c	9.4	—	—	—	10.9	12.1
	d	—	11.7	—	—	—	—
フェノール樹脂	a	—	4.7	—	5.6	—	—
	b	—	—	—	—	—	—
	c	—	—	7.8	—	—	—
	d	7.9	—	—	—	9.2	10.2
多価シアネートエステル化合物		6.8	8.0	8.3	9.5	4.0	1.8
硬化促進剤		0.3	0.1	0.2	0.1	0.4	0.4
シリカ粉末		68.5	68.5	68.5	68.5	68.5	68.5
難燃剤		3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5
難燃助剤		2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5
離型剤		0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
顔料		0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
シランカップリング剤		0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
熱ロール混練時間 (分)		2	3	2	3	2	3
エポキシ樹脂のエポキシ当量とフェノール樹脂の水酸基当量の合計値		481	396	366	301	481	481
エポキシ基1当量に対する水酸基当量 (水酸基当量/エポキシ当量)		1.10	1.10	1.10	1.11	1.11	1.11
エポキシ基1当量に対するシアネートエステル基当量 (シアネートエステル基当量/エポキシ当量)		0.99	1.00	1.00	1.00	0.50	0.20

【0070】

【表2】

		比較例					
		1	2	3	4	5	6
エポキシ樹脂	a	15.7	—	—	—	—	—
	b	—	—	—	—	—	—
	c	—	9.7	8.9	12.8	8.9	9.2
	d	—	—	—	—	—	—
フェノール樹脂	a	8.6	—	—	—	—	—
	b	—	—	—	—	—	—
	c	—	—	—	—	—	—
	d	—	7.4	8.8	10.7	7.5	7.0
多価シアネートエステル化合物		—	7.1	6.5	0.6	7.8	8.0
硬化促進剤		0.2	0.3	0.3	0.4	0.3	0.3
シリカ粉末		68.5	68.5	68.5	68.5	68.5	68.5
難燃剤		3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5
難燃助剤		2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5
離型剤		0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
顔料		0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
シランカップリング剤		0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
熱ロール混練時間(分)		5	2	2	2	2	2
エポキシ樹脂のエポキシ当量とフェノール樹脂の水酸基当量の合計値		301	481	481	481	481	481
エポキシ基1当量に対する水酸基当量(水酸基当量/エポキシ当量)		1.01	1.00	1.30	1.10	1.11	1.00
エポキシ基1当量に対するシアネートエステル基当量(シアネートエステル基当量/エポキシ当量)		—	1.00	1.00	0.06	1.20	1.19

【0071】このようにして得られた実施例および比較例の粉末状エポキシ樹脂組成物を用いてゲル化時間、比誘電率およびガラス転移温度を下記に示す方法に従って測定した。その結果を後記の表3～表4に示す。

【0072】〔ゲル化時間〕上記各粉末状エポキシ樹脂組成物のゲル化時間をつぎのようにして測定した。すなわち、上記粉末状エポキシ樹脂組成物を熱ロールで混練後、冷却した後粉碎して10メッシュパスとした粉末状エポキシ樹脂組成物0.2～0.5gを、175±1℃に保った熱盤上に取り、溶融させながら薄く引き延ばした。そして、試料全体が溶融した時点でストップウォッチによる計測を開始し、流動性が無くなった時点でストップウォッチによる計測を終了してその間の時間を読み取った。同一試料を用いて上記操作を最低2回は行い測定して、その平均値をゲル化時間とした。

【0073】〔比誘電率の測定〕上記各粉末状エポキシ樹脂組成物を用いて、成形圧力 $686 \times 10^4$  Pa、金型温度175℃、成形時間2分間の条件でトランスファー成形した後、後硬化を175℃で5時間実施することにより、厚さ3mm×直径50mmの円盤状硬化体を作

製した。そして、銀ペーストを用い主電極の直径30mm、ガード電極の直径32mm、対抗電極の直径45mmの銀電極を作製した後、測定周波数1MHz、温度25℃での条件下、上記硬化体の静電容量を測定して下記の式により比誘電率を算出した。

【0074】

【数1】

$$\varepsilon = \frac{C_x \times t}{\pi \times r^2 \times \varepsilon_0}$$

$\varepsilon$  : 比誘電率

$\varepsilon_0$  : 真空(空気)の誘電率=0.0885 (pF/cm)

$r$  : 主電極の半径 (cm)

$t$  : 試験片の厚み (cm)

$C_x$  : 試験片の静電容量 (pF)

【0075】〔ガラス転移温度〕上記各粉末状エポキシ樹脂組成物を用いて、上記と同様のトランスファー成形により長さ20mm×幅3mm×厚み3mmの硬化体を作製し、175℃で5時間の後硬化を実施した後のガラス転移温度を熱機械的分析計(リガク社製のTMA装置:型番MG800GM)を用いて、昇温速度5℃/分で測定した。その結果を下記の表3～表4に示す。



【0076】

\* \* 【表3】

	実 施 例					
	1	2	3	4	5	6
ゲル化時間 (秒/175 °C)	23	28	31	21	22	21
比誘電率	3.20	3.31	3.43	3.70	3.35	3.44
ガラス転移温度 (°C)	144	162	127	178	144	143

【0077】

※ ※ 【表4】

	比 較 例					
	1	2	3	4	5	6
ゲル化時間 (秒/175 °C)	22	43	59	23	42	75
比誘電率	3.95	3.19	3.30	3.59	3.19	3.28
ガラス転移温度 (°C)	170	140	138	143	145	143

【0078】上記表3～表4の結果、全ての実施例品はゲル化時間が短く、また比誘電率も低かった。特に、エポキシ当量と水酸基当量の合計値が350以上となる実施例1～3および5品では、比誘電率の低減効果が顕著であった。また、ガラス転移温度に関しても、半導体封止用エポキシ樹脂組成物の硬化体として著しく劣った値ではなかった。これに対して、比較例1, 4品はゲル化時間は短かったが、比誘電率が高かった。また、比較例2, 3, 5, 6品は比誘電率は低かったがゲル化時間が長かった。このように、比較例品では短いゲル化時間の実現および低誘電率の双方とも満足させるものは得られなかった。

【0079】

【発明の効果】以上のように、本発明は、エポキシ樹脂のエポキシ基1当量に対して、フェノール樹脂の水酸基と多価シアネートエステル化合物のシアネートエステル基をそれぞれ特定の当量比となるように設定し含有してなる半導体封止用エポキシ樹脂組成物である。このため、比誘電率が低減された低誘電率を有し、しかもゲル★

★化時間の短いものが得られる。したがって、この半導体封止用エポキシ樹脂組成物を用いて樹脂封止された半導体装置は、高周波化に対応した高周波特性にも優れたものである。

【0080】さらに、エポキシ樹脂のエポキシ当量とフェノール樹脂の水酸基当量の合計値が特定の値以上となるよう設定することにより、より一層比誘電率の低減化が図られる。

【0081】そして、上記エポキシ樹脂として前記式(1)で表される特定のエポキシ樹脂を、また上記フェノール樹脂として前記式(2)で表される特定のフェノール樹脂を組み合わせると、得られるエポキシ樹脂組成物硬化体の比誘電率がより一層低減される。

【0082】このようなことから、本発明の半導体装置は、従来からの特徴である、各種信頼性、量産性に優れ、低価格であるという点に加えて、高周波化に対応した樹脂封止型半導体装置であり、従来のセラミック封止型半導体装置に代わる優れたものであるといえる。

フロントページの続き

(51)Int.Cl.<sup>7</sup>  
H01L 23/29  
23/31

識別記号

F I  
H01L 23/30

ターマコード(参考)  
R

F ターム(参考) 4J002 CC03X CC05X CC073 CD04W  
CD05W CD06W CM023 DE078  
DE138 DE148 DF018 DJ008  
DJ018 DK008 EE047 EG047  
EG087 EN037 ER006 EU117  
EW017 EW177 FD018 FD020  
FD090 FD130 FD14X FD140  
FD157 GQ00  
4J036 AA01 AC01 AC02 AC03 AD12  
AE05 DA01 DAO4 DB05 DC32  
FA01 FB07 FB08 JA07  
4M109 AA01 BA01 CA21 EA02 EB03  
EB04 EB06 EB07 EB08 EB09  
EB12 EB19 EC07 EC20